

Utilização do UDDI no suporte à descoberta de serviços baseados na localização

Helder Pinto, Noé Vilas Boas e Rui José

Departamento de Sistemas de Informação
Universidade do Minho
Azurém, 4800-058 Guimarães, Portugal
{helder,noe,rui}@dsi.uminho.pt

Resumo Este artigo explora a utilização do registo UDDI como plataforma de suporte à descoberta de serviços baseados na localização. O registo UDDI é essencialmente vocacionado para o registo e pesquisa de serviços eminentemente globais e apresenta diversas limitações quanto ao suporte à descoberta baseada na localização, nomeadamente a falta de normas para a associação dos serviços a localizações de dimensão reduzida e a inadequação do processamento das pesquisas aos requisitos da descoberta assente em modelos de proximidade baseados na distância ou no âmbito dos serviços. Este artigo apresenta uma solução proposta com o objectivo de aproveitar as vantagens dos Web Services e do registo UDDI em termos de interoperabilidade. Com a solução proposta, o uso destas tecnologias é beneficiado por uma arquitectura mais adequada à descoberta de serviços baseados na localização.

1 Introdução

A proliferação de dispositivos móveis e redes sem fios despertou o interesse pelo acesso à informação em qualquer lugar e em qualquer momento. Os utilizadores móveis têm, em resultado da sua mobilidade, uma relação mais próxima com o ambiente físico e, embora continuem a necessitar de aceder a informação global, têm uma forte necessidade de informação que esteja associada ao seu ambiente. Esta necessidade levou ao desenvolvimento de modelos que suportem o fornecimento de informação baseada na localização, nos quais os serviços de informação estão associados a determinadas localizações ou posições geográficas. Um desafio fundamental no desenvolvimento de sistemas baseados na localização é a forma como se lida com as questões da abertura e da heterogeneidade no fornecimento de informação por parte de entidades terceiras. Qualquer entidade fornecedora de informação de âmbito local deveria ter a possibilidade de publicar e tornar acessível o seu serviço de forma aberta. Dada a heterogeneidade que caracteriza as plataformas tecnológicas dos diversos actores de um sistema baseado na localização, este deve assentar sobre um conjunto de normas que permitam a

⁰ apresentado no Workshop "XML: Aplicações e Tecnologias Associadas" (XATA 2003), 13 e 14 de Fevereiro, Braga, 2003

interoperabilidade na publicação, no fornecimento e no acesso à informação. Outro desafio colocado por este tipo de sistemas tem a ver com a capacidade das aplicações baseadas na localização descobrirem os serviços de que fazem uso em função da localização do utilizador. A descoberta de serviços é um tema que foi alvo de bastante interesse em anos recentes, tendo sido desenvolvidas diversas normas e tecnologias com abordagens muito diversas. No que se refere à descoberta de serviços baseados na localização, foram também já propostas diversas formas de suportar nos sistemas existentes ou mesmo propostos sistemas especificamente desenhados para esse fim [3].

No projecto VADE [2], tem vindo a ser desenvolvido um conjunto de sistemas com o objectivo de fornecer o acesso a informação baseada na localização a utilizadores móveis. O conceito de um Value ADded Environment (VADE) é o de um espaço físico como, por exemplo, um centro comercial, no qual os dispositivos móveis beneficiam de um conjunto alargado de serviços, explorando a complementaridade entre portais móveis globais e serviços locais. Para suportar essa funcionalidade, é importante poder associar serviços aos diversos espaços existentes num VADE e fazer com que a aplicação vá seleccionando os serviços adequados. Tendo por objectivo o desenvolvimento de uma infraestrutura aberta e baseada em normas que permitam a interoperabilidade, optou-se por fornecer informação baseada na localização através de Web Services. Os Web Services fornecem um mecanismo programático de acesso à informação e são uma abordagem particularmente interessante para lidar com estas questões, dada a sua elevada interoperabilidade e a sua natureza fracamente acoplada. A abordagem adoptada no projecto VADE para a publicação e descoberta dos serviços passou pela utilização da norma Universal Description, Discovery and Integration (UDDI) [6]. Assim, uma aplicação baseada na localização, ao detectar a sua entrada num VADE, iria utilizar um registo UDDI local para realizar a pesquisa de serviços associados à localização do utilizador. Embora o conjunto de normas UDDI seja essencialmente vocacionado para o registo e pesquisa de serviços eminentemente globais, i.e. independentes da localização, a utilização de Web Services e do UDDI como forma de modelação e descoberta de serviços baseados na localização é extremamente atraente pelo seu enorme potencial em termos de interoperabilidade.

O objectivo deste artigo é estudar a adequabilidade do UDDI para o suporte à descoberta de serviços baseados na localização, identificando limitações e apresentando a abordagem proposta para suplantar tais limitações. O artigo está organizado da seguinte forma: a secção seguinte aborda as questões associadas à descoberta de serviços baseados na localização; a secção 3 descreve o UDDI e a forma como este é utilizado para suportar o registo e a descoberta de serviços, sendo identificadas as limitações desta tecnologia quanto ao suporte às especificidades da descoberta de serviços baseados na localização; a secção 4 apresenta a solução proposta para ultrapassar as limitações do UDDI; e a secção 5 encerra o artigo com os resultados e as conclusões do trabalho.

2 Descoberta de serviços baseados na localização

Antes de considerar os aspectos directamente relacionados com a forma como o UDDI é utilizado para suportar a descoberta de serviços baseados na localização, convém compreender a forma como se associam os serviços ao espaço físico e que critérios utilizar para determinar os serviços que se encontram associados a localizações na proximidade do utilizador. Este trabalho considera dois modelos de proximidade distintos: baseado na distância e baseado no âmbito. No modelo baseado na distância, o cliente selecciona os serviços associados a localizações dentro dos limites de uma dada distância a partir da posição do utilizador. Essa distância pode ser estática ou variar em função das necessidades do cliente. Este modelo é o mais adequado para informação fortemente associada a um ponto específico no espaço: tipicamente serviços que agem como representações de entidades reais, e.g. um terminal ATM ou uma paragem de autocarro. A principal limitação deste modelo é o facto de, à medida que se alarga a distância, haver uma proporção menor de serviços relevantes para o contexto do utilizador, i.e. surge na proximidade do utilizador uma maior quantidade de serviços que não o interessam. Outro aspecto limitativo deste modelo tem a ver com a menor adequação da distância para servir de base à definição do contexto do utilizador. Por exemplo, um utilizador numa auto-estrada não estará necessariamente interessado nas estações de serviço na vizinhança da sua localização.

O segundo modelo de proximidade considerado é o modelo baseado no âmbito. Esta abordagem considera que cada serviço está disponível para uma determinada área, não dependendo da distância entre o cliente e o serviço. O âmbito do serviço corresponde portanto à representação de uma área no espaço físico para a qual o serviço está disponível. Neste modelo, os clientes descobrem os serviços cujo âmbito inclua a localização do utilizador. Isto implica que a localização do serviço seja irrelevante para a sua descoberta, passando a ser importante a área para a qual o serviço é passível de ser descoberto. Este modelo garante que qualquer serviço descoberto, independentemente da distância, tem relevância para a localização do utilizador. Este modelo é o mais adequado para a disponibilização de informação associada a uma área geográfica, mas não a um ponto específico no espaço, como, por exemplo, mapas, informação meteorológica, ou páginas amarelas. O principal inconveniente deste modelo é o facto do cliente perder o controlo sobre a definição do intervalo de proximidade desejado para a descoberta de serviços, passando a ser uma entidade passiva que depende dos serviços que cubram a localização do utilizador. De modo a tornar o cliente mais activo e flexibilizar a descoberta de serviços, pode ser introduzida neste modelo a possibilidade do cliente definir a escala do âmbito de cobertura dos serviços que mais lhe convém. Por exemplo, duas pessoas na mesma localização podem estar interessadas em mapas com um âmbito diferente, em que um representa a planta de um edifício, e o outro representa o mapa do quarteirão onde o edifício se encontra.

No desenvolvimento de um sistema que suporte a descoberta de serviços baseados na localização, a consideração destes dois modelos é importante pelo facto de serem abordagens complementares na satisfação de necessidades es-

pecíficas de informação. No entanto, o desenvolvimento destes sistemas levanta diversas questões, sobretudo quando se tratam de sistemas baseados em tecnologias especificadas para o suporte à descoberta de serviços independentes da localização, como é o caso do UDDI. A próxima secção descreve o UDDI e analisa as questões específicas desta tecnologia e as respectivas limitações quanto ao suporte à descoberta de serviços baseados na localização.

3 Uso da localização no UDDI

O UDDI consiste numa plataforma de suporte à publicação e descoberta de recursos, com o objectivo de fomentar a interoperabilidade e a adopção dos Web Services. A abordagem do UDDI baseia-se num registo distribuído de organizações e descrições dos respectivos serviços, implementado num formato XML comum. A componente principal do UDDI é o registo, que corresponde a um documento XML utilizado para descrever uma organização e os seus Web Services. Conceptualmente, a informação fornecida por um registo de uma organização no UDDI consiste em três componentes: "páginas brancas" que incluem endereço, contactos, e identificadores; "páginas amarelas" que incluem categorizações baseadas em taxonomias; e "páginas verdes" que incluem referências para especificações de Web Services. Estas três componentes conceptuais estão, na prática, implementadas no formato XML através de quatro elementos básicos (ver figura 1) que contêm informação sobre a organização (*businessEntity*), informação sobre os serviços (*businessService*), informação sobre o acesso aos serviços (*bindingTemplate*), e informação sobre a especificação dos serviços (*tModel*).

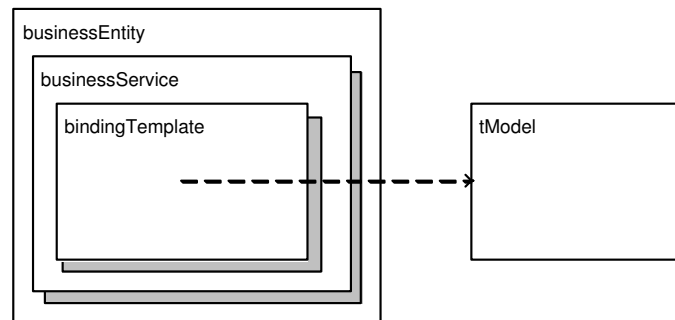


Figura 1. Modelo de informação do registo UDDI

A informação presente em cada um dos elementos da estrutura UDDI inclui o suporte para taxonomias de categorização, de forma a suportar a classificação e a pesquisa de organizações e serviços baseadas em determinada categoria (e.g. de negócio, de produto, ou de localização geográfica). Essas taxonomias podem ser normalizadas ou privadas, permitindo que sejam desenvolvidas taxonomias para

quaisquer tipos de categorização. Adicionalmente, os serviços podem referenciar documentos que especifiquem um determinado tipo de serviço, através do uso dos *tModels*. Isto permite que as aplicações possam pesquisar serviços compatíveis com uma especificação conhecida *a priori*.

O UDDI possui, para além de um formato comum para o registo de organizações e Web Services, uma API que permite a publicação e consulta no registo. Os utilizadores de determinado UDDI podem, através da API, publicar informação sobre organizações, Web Services, e especificações técnicas de Web Services. Podem igualmente efectuar pesquisas de organizações no registo, seja por nome, seja por categorização, seja por identificador, seja por especificação técnica de serviços.

A associação entre os Web Services e as localizações é suportada no UDDI através do uso de categorizações geográficas. A especificação do UDDI referencia a taxonomia normalizada ISO 3166 [4] para a categorização geográfica de elementos UDDI. Esta taxonomia permite associar serviços a localizações cuja granularidade varia entre países, e que, por exemplo, em Portugal, permite apenas associar um serviço à totalidade do território nacional. O registo UDDI da Microsoft [5] utiliza uma outra taxonomia, onde a categorização espacial pode atingir a dimensão da cidade, não sendo, no entanto, exaustiva na cobertura do território nacional. Surge então a questão de como associar serviços cujo âmbito seja o de um espaço inferior ao de uma cidade ou, baseando-nos no cenário de um VADE, um *campus* universitário, um edifício ou uma sala. Além disso, também se levanta o problema de como associar um serviço a um determinado ponto no espaço, de modo a suportar um modelo de proximidade baseado na distância.

A descoberta de serviços baseados na localização usando o UDDI e pondo em prática os dois modelos de proximidade anteriormente identificados coloca algumas questões adicionais. Por exemplo, considerando o modelo baseado no âmbito, quando um utilizador está localizado numa sala, procura um serviço, e não encontra nenhum associado àquela sala, o sistema deveria possibilitar a pesquisa de um serviço associado ao piso ou ao edifício onde a sala se inclui. O mesmo deveria acontecer na situação na qual um utilizador foi localizado num dado edifício e desejaria encontrar serviços associados a salas. No caso do modelo baseado na distância, o sistema deveria ser capaz de determinar a distância entre a localização do utilizador e a localização do serviço. Ora, o registo UDDI não possui qualquer funcionalidade que suporte o modelo baseado na distância e, embora a definição das taxonomias espaciais possa representar implicitamente relações entre as localizações, não há qualquer utilização da semântica das relações entre as localizações (e.g. uma localização estar contida noutra) para o suporte ao modelo baseado no âmbito. Deste modo, se um cliente não descobrir qualquer serviço para uma dada localização, o UDDI não será capaz de suportar a descoberta de serviços associados a localizações relacionadas espacialmente com a primeira. Quando o registo UDDI recebe uma pesquisa de serviço para uma determinada localização, retorna a referência apenas aos serviços cuja localização condiga exactamente com a indicada na pesquisa.

Observa-se desta análise que as principais limitações do UDDI no suporte à descoberta de serviços baseados na localização se prendem essencialmente com a falta de uma taxonomia especificamente dirigida à categorização de serviços associados a áreas de dimensão inferior à de uma cidade e com a inexistência da modelação do espaço geográfico e da inferência de relações entre localizações no processamento das pesquisas baseadas na localização. O desafio de investigação que aqui se coloca é o de conseguir suportar os modelos estudados de descoberta de serviços baseados na localização sem comprometer a interoperabilidade fornecida pela norma UDDI. O primeiro passo na resposta a esse desafio consiste na definição de uma meta-taxonomia que permita associar os serviços a espaços de reduzida dimensão. O segundo passo traduz-se na implementação de um modelo de espaço associado ao registo UDDI. No entanto, deve o modelo de espaço estar integrado numa re-implementação do registo UDDI ou ser complementar a este? Na primeira abordagem, os clientes beneficiariam de continuar a usar apenas um só ponto e uma só *interface* para a descoberta de serviços. No entanto, surgiria a questão de como manter intacta a API do UDDI e, simultaneamente, permitir aos clientes a produção de pesquisas baseadas nos modelos de proximidade estudados. Na segunda abordagem, o desenvolvimento de um modelo de espaço que informaria os clientes sobre a melhor forma de produzir as pesquisas ao registo ao UDDI implicaria que a descoberta baseada na localização passasse pela utilização de dois serviços, tornando-se menos eficiente. Além disso, os clientes teriam de ter conhecimento da *interface* e da semântica de utilização do serviço de modelação do espaço, assim como dos procedimentos a tomar na posterior formulação das pesquisas ao registo UDDI. A próxima secção descreve a solução adoptada no âmbito do projecto VADE para o suporte à descoberta baseada na localização utilizando o registo UDDI.

4 Modelo de suporte à descoberta de serviços baseados na localização usando o UDDI

A solução proposta neste trabalho para o suporte à descoberta de serviços baseados na localização utilizando o UDDI consiste então na definição de uma meta-taxonomia para a categorização de serviços associados a espaços de pequena dimensão e na reformulação do modelo de pesquisa ao registo UDDI. A razão da proposta de uma meta-taxonomia resulta do facto desta poder posteriormente ser instanciada em taxonomias específicas de determinados espaços (e.g. taxonomia espacial do *campus* de Azurém). A meta-taxonomia servirá portanto de referencial para o desenvolvimento de taxonomias para espaços de reduzida dimensão. No que diz respeito à reformulação do modelo de pesquisa ao registo UDDI para o tornar adequado à descoberta baseada na localização, a solução proposta passou pela consideração das duas opções identificadas na secção anterior. Como um dos requisitos do sistema a implementar no projecto VADE é a interoperabilidade entre os fornecedores de serviços, a plataforma de suporte à descoberta de serviços e os clientes, é importante manter a utilização da API da norma UDDI, e apenas esta, na solução que aqui é proposta. A decisão por uma

das duas opções apresentadas na secção anterior (re-implementação do registo UDDI ou desenvolvimento de modelo de espaço complementar) foi dirigida por este requisito. Apesar da re-implementação do registo UDDI parecer a solução mais adequada, dado que introduz menos alterações no modelo de descoberta, o esforço que estaria associado ao desenvolvimento integral dum registo UDDI não se coaduna com os objectivos de investigação do projecto VADE. Portanto, a solução passou pelo desenvolvimento de um serviço complementar de modelação do espaço e de suporte à pesquisa ao registo UDDI - o *proxy* UDDI.

4.1 Meta-taxonomia para espaços pequenos

O modelo proposto neste trabalho para associar os serviços à localização é suportado por uma meta-taxonomia para a categorização no registo UDDI de serviços associados a espaços pequenos. A meta-taxonomia é uma proposta de referencial para o desenvolvimento de taxonomias específicas aplicadas a situações reais. Portanto, o conjunto de termos definido nesta meta-taxonomia é uma abstracção, sem aplicação concreta, que orienta a definição de novas taxonomias quanto à estrutura e ao conteúdo. Esta meta-taxonomia parte do ponto onde o âmbito das taxonomias normalizadas de categorização geográfica termina, ou seja áreas inferiores à de uma cidade. O nível mais elevado da taxonomia (ver figura 2) corresponde ao de uma zona de interesse. Este conceito abrange áreas que podem estar incluídas numa cidade (e.g. complexos desportivos, zonas comerciais, *campi* universitários, etc.), mas pode igualmente cobrir áreas rurais onde poderiam igualmente estar disponíveis serviços baseados na localização (e.g. aldeia histórica, complexo megalítico, parque florestal, etc.). As zonas de interesse subdividem-se em espaços abertos e edifícios (espaços fechados). Um espaço aberto consiste em qualquer área ao ar livre (e.g. parques, praças, áreas desportivas ao ar livre, etc.). Os espaços abertos podem incluir equipamentos como, por exemplo, estátuas, WCs, fontanários, cabines telefónicas, terminais ATM, etc.)

Os edifícios podem ser compostos por divisões (e.g. pisos, blocos) e subdivisões (e.g. salas, garagens, lojas, WCs, etc.). No caso de edifícios com, por exemplo, um só piso ou um só bloco, não fará sentido estar a criar um elemento artificial na taxonomia, podendo considerar-se como divisões os exemplos dados para sub-divisões. Ou ainda, no caso de edifícios com uma só célula, como uma garagem ou um pavilhão, considerar-se-á apenas o edifício em si. Os edifícios podem conter, tal como os espaços abertos, certos equipamentos, como cabines telefónicas, obras expostas num museu, ou aquários num oceanário, para os quais se pudesse disponibilizar um serviço.

A instanciação desta meta-taxonomia em taxonomias aplicadas a situações concretas resulta numa série de pressupostos:

- as taxonomias são conhecidas tanto pelos fornecedores de serviços (para a categorização do serviço) como pelos clientes (para a pesquisa baseada na localização);
- o registo dos serviços pelas entidades fornecedoras é feito através de uma *interface web*, onde a taxonomia pode estar representada de forma a ser facilmente utilizada;

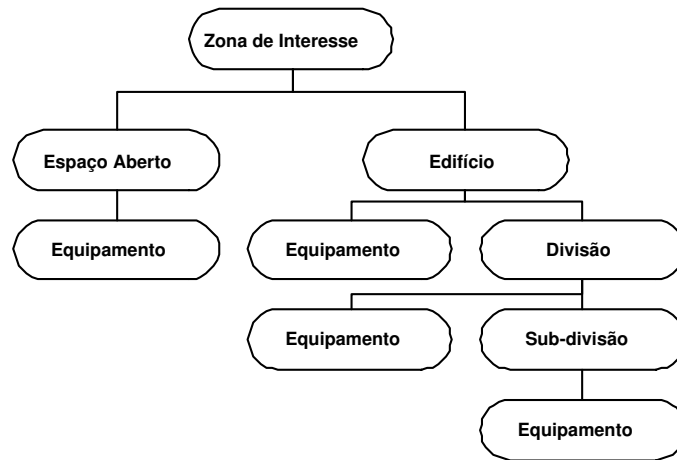


Figura 2. Meta-taxonomia para espaços pequenos

- no caso dos clientes, pressupõe-se que o mecanismo de localização dos utilizadores se baseie em dados de localização coincidentes com o espaço de nomes da taxonomia;
- o modelo de espaço utilizado para suportar o registo UDDI na descoberta baseada na localização baseia-se na taxonomia definida para aquele espaço.

4.2 *Proxy* UDDI

Tal como foi referido na secção 3, o registo UDDI não fornece por si uma solução adequada para a descoberta de serviços associados a espaços de reduzida dimensão. A definição de uma meta-taxonomia privada que possa ser instanciada para a representação de espaços pequenos contribui para o suporte ao registo de serviços baseados na localização. No entanto, como referido anteriormente, a descoberta de serviços exige mais do que uma simples taxonomia. Existe portanto a necessidade de desenvolver mecanismos que forneçam às aplicações soluções mais ricas para a descoberta de serviços baseados na localização, mantendo a concordância com a norma UDDI. A solução que aqui se propõe consiste num *proxy* do registo UDDI. O *proxy* UDDI é um Web Service que implementa a API UDDI (apenas a componente de pesquisa), fornecendo funcionalidades adicionais às aplicações, e usando na rectaguarda o registo UDDI como fonte de informação. A arquitectura de um sistema de descoberta de serviços baseados na localização em que fosse utilizado o *proxy* UDDI está representada na figura 3. A arquitectura é composta por aplicações (ou clientes), Web Services associados a determinada localização, um registo UDDI e um *proxy* UDDI. Como se pode verificar pela figura, as aplicações podem continuar a usar directamente o registo UDDI, se assim for necessário (e.g. aplicações que não conheçam a semântica do *proxy* ou simplesmente não queiram utilizá-lo).

O *proxy* UDDI baseia a sua funcionalidade num modelo de espaço da realidade servida pelo UDDI. Esse modelo de espaço é compatível com a taxonomia que for definida para o mesmo espaço, e contém a informação sobre todas as localizações da taxonomia e os relacionamentos existentes entre aquelas. As localizações estão organizadas hierarquicamente, possibilitando a extracção de relações de conteúdo (e.g. a sala A está contida no piso B, ou a zona de interesse C contém o edifício D). Cada localização do modelo de espaço tem um tipo associado (edifício, piso, sala, espaço aberto, equipamento, etc.).

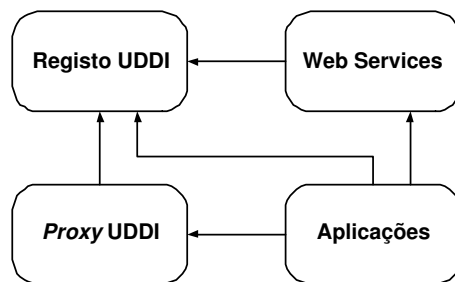


Figura 3. Arquitectura de um sistema de descoberta de serviços baseado num *proxy* UDDI

A funcionalidade básica oferecida por defeito pelo *proxy* UDDI corresponde à interpretação de *queries* UDDI contendo um critério geográfico correspondente à localização do utilizador e, baseado no modelo de espaço, produzir as *queries* necessárias ao registo UDDI, de modo a obter a referência a serviços associados à localização do utilizador ou localizações hierarquicamente superiores. Por exemplo, no caso de uma aplicação que pesquise o *proxy* UDDI para a obtenção de serviços associados a "sala A", o *proxy* vai:

- examinar o modelo de espaço e obter informação sobre as localizações que contenham a localização "sala A" (por exemplo, "piso B", "edifício C" e "Centro Comercial D");
- pesquisar o registo UDDI para serviços associados a "sala A";
- caso não sejam encontrados serviços para aquela localização, pesquisar sucessivamente o registo UDDI para serviços associados às localizações hierarquicamente superiores, até encontrar um serviço;
- responder à aplicação com a informação encontrada no registo UDDI.

Para além da funcionalidade oferecida por defeito, o *proxy* UDDI fornece às aplicações a possibilidade de submeterem *queries* específicas, utilizando valores de parâmetros de pesquisa adicionais. Considerem-se os seguintes exemplos:

- uma *query* para serviços associados a "edifício B" ou a localizações até dois níveis abaixo na hierarquia (pisos e salas contidos em "edifício B");

- uma *query* para serviços associados a "sala A" ou associados a localizações acima na hierarquia, até uma localização do tipo "edifício" (pisos e edifícios onde se inclui "sala A");
- uma *query* para serviços associados a "sala A" ou a localizações até a uma distância de 100 metros.

De modo a suportar estes parâmetros adicionais mantendo intacta a API de pesquisa do UDDI, a forma como as *queries* são feitas deve ser modificada. A API UDDI fornece mecanismos para a parameterização de *queries* - as já referidas categorizações - através dos quais se informam as condições que os serviços requeridos devem preencher (e.g. estar associados a determinada zona geográfica, ser de determinado tipo de negócio, etc.). Um tipo de categorização já considerado neste trabalho pode ser baseado numa determinada instanciação da meta-taxonomia definida em 4.1. No entanto, para poderem ser especificados parâmetros como os exemplificados acima, são necessários novos tipos de categorizações. Com base no trabalho desenvolvido no projecto AROUND [1], foi definido um conjunto de taxonomias de suporte a pesquisas avançadas no *proxy* UDDI: tipo de localização, distância, tipo de *query*, número de saltos na hierarquia espacial, e regra de seguimento de ligações entre localizações. Algumas destas taxonomias são validadas enquanto que outras não o são. Uma taxonomia validada permite que o *proxy* UDDI verifique a validade dos valores utilizados para aquela taxonomia, evitando a categorização errada de uma *query*. Uma taxonomia não validada permite a utilização de qualquer valor.

A taxonomia de tipo de localização (validada), especificamente orientada a espaços pequenos, é utilizada para informar o *proxy* que uma *query* deve terminar quando for encontrado um serviço associado a uma localização de determinado tipo (considere-se o segundo exemplo de *query* acima enunciado). A taxonomia de tipo de localização é constituída pelos seguintes valores:

Tipo de localização	Descrição
espaco-aberto	alguma área de um espaço aberto
espaco-fechado	tipo genérico para espaços fechados
edificio	qualquer tipo de edifício
divisao-edificio	tipo genérico de divisão de edifícios
piso	piso de edifício
sala	sala de edifício
equipamento	qualquer tipo de equipamento

Tabela 1 - taxonomia de tipo de localização

A taxonomia de distância é utilizada para categorizar *queries* em que se especifique uma distância máxima à qual um serviço se deve encontrar da localização do utilizador (modelo de proximidade baseado na distância). A funcionalidade oferecida pelo *proxy* neste caso corresponderia a obter do modelo de espaço as localizações que estivessem dentro do limite de distância indicado e pesquisar o registo UDDI para aquelas mesmas localizações. Embora esta taxonomia não seja validada, supõe-se que o *proxy* rejeite valores não numéricos.

A taxonomia de tipo de *query* (validada) especifica apenas três valores: **distancia**, **contido**, e **contendo**. O tipo **distancia** é utilizado para realizar pesquisas de serviços baseada na distância e pressupõe a utilização conjunta da taxonomia de distância. O tipo de *query* **contido** informa o *proxy* para pesquisar serviços cuja localização esteja hierarquicamente contida na localização do utilizador. O tipo **contendo** é reservado para a descoberta de serviços associados a localizações que contenham a localização do utilizador.

A taxonomia de número de saltos é utilizada para indicar o número máximo de saltos que podem ser efectuados, na busca de serviços, aquando da travessia da hierarquia do modelo espacial. Por exemplo, se uma *query* do tipo **contendo** for categorizada com um máximo de dois saltos, e o utilizador estiver localizado em "sala A", o *proxy* pesquisará apenas serviços associados a localizações até dois níveis acima na hierarquia. Tal como a taxonomia de distância, a taxonomia de número de saltos não é validada, permitindo, contudo, que o *proxy* rejeite valores não numéricos.

Finalmente, a taxonomia de regra de seguimento de ligação é utilizada para informar o *proxy* sobre a forma como as ligações (ou relações) entre as localizações devem ser seguidas, aquando da travessia do modelo de espaço a partir da localização do utilizador. Esta taxonomia validada aceita três valores:

- **soLocal** - as ligações para outras localizações não são seguidas, mantendo a *query* apenas para a localização do utilizador;
- **seNaoLocal** - a regra de seguimento por defeito do *proxy*, na qual as ligações para outras localizações são seguidas apenas no caso de não serem encontrados serviços associados à localização do utilizador;
- **sempre** - não são aplicadas quaisquer restrições ao seguimento das ligações entre localizações).

Quando nenhuma destas taxonomias é utilizada para categorizar uma *query*, o *proxy* assume o comportamento por defeito, que corresponde a uma *query* do tipo **contendo**, com um número de saltos ilimitado, e uma regra de seguimento **seNaoLocal**. Se uma *query* for categorizada com um valor em alguma das taxonomias definidas, o valor utilizado sobrepõe-se ao comportamento por defeito do *proxy*.

A utilização do *proxy* UDDI tem várias vantagens:

- transparência - as aplicações podem usar o *proxy* tal como se estivessem a usar o registo UDDI, beneficiando principalmente as aplicações que não sabem utilizar as taxonomias para a categorização das *queries* baseadas na localização, podendo usufruir da funcionalidade por defeito do *proxy*;
- flexibilidade - as aplicações que sabem como utilizar o *proxy* podem decidir se usam a funcionalidade por defeito, se categorizam a *query* de modo a obter uma funcionalidade específica, ou se nem sequer utilizam o *proxy*.

5 Conclusão

Como se pôde verificar, a utilização do registo UDDI por si só não é o meio mais adequado para o suporte à descoberta de serviços baseados na localização.

São necessárias alterações ao modelo de modo a ultrapassar as limitações de que o registo UDDI carece. As normas taxonómicas utilizadas para a categorização espacial no UDDI não permitem associar serviços a localizações cuja área seja inferior à de uma cidade. Por outro lado, o mecanismo de processamento das pesquisas do UDDI não suporta modelos de proximidade baseados na distância ou no âmbito, como, por exemplo, a pesquisa de serviços que estejam localizados até uma dada distância do utilizador, ou de serviços cujo âmbito de acção inclua a localização do utilizador.

Este artigo apresentou uma proposta que procura resolver os problemas provocados pelas limitações do UDDI quanto à descoberta baseada na localização, mantendo a concordância com a norma UDDI. A primeira componente da solução proposta constitui uma meta-taxonomia para a categorização de serviços associados a espaços de pequena dimensão (inferior a uma cidade). Esta meta-taxonomia pode ser instanciada em taxonomias específicas de ambientes de dimensão reduzida, como, por exemplo, um centro comercial ou um *campus* universitário. A segunda componente da solução corresponde a um *proxy* do registo UDDI cuja funcionalidade é mapear as pesquisas de serviços para determinada localização em uma ou mais pesquisas ao registo UDDI, tendo em conta as relações espaciais existentes a partir da localização do utilizador. O *proxy* UDDI implementa a componente de pesquisa da API UDDI, permitindo manter a interoperabilidade com as aplicações.

Esta abordagem encontra-se actualmente em desenvolvimento no projecto VADE, nomeadamente num protótipo onde é feito o uso de um registo UDDI privado, de um determinado número de Web Services e aplicações, e para o qual estão a ser desenvolvidos uma taxonomia de espaço específica do *campus* universitário de Azurém e um *proxy* UDDI (incluindo as respectivas taxonomias de categorização de *queries*).

Referências

1. Grupo de Engenharia da Telecomputação (DSI/UM). Around - supporting location-based internet services. <http://get.dsi.uminho.pt/around>, 2003.
2. Grupo de Engenharia da Telecomputação (DSI/UM). Vade - value added environments for dynamic support to location-based services in umts networks. <http://get.dsi.uminho.pt/vade>, 2003.
3. R. José e N. Davies. Scalable and flexible location-based services for ubiquitous access. In *First Conference on Handheld and Ubiquitous Computing (HUC '99)*, Karlsruhe, Alemanha, Setembro 1999.
4. International Organization for Standardization. Maintenance agency for iso 3166 country codes. <http://www.iso.ch/iso/en/prods-services/iso3166ma/index.html>, 2003.
5. Microsoft. Microsoft uddi business registry node. <http://uddi.microsoft.com>, 2003.
6. OASIS. Universal description, discovery and integration of business for the web. <http://www.uddi.org>, 2003.